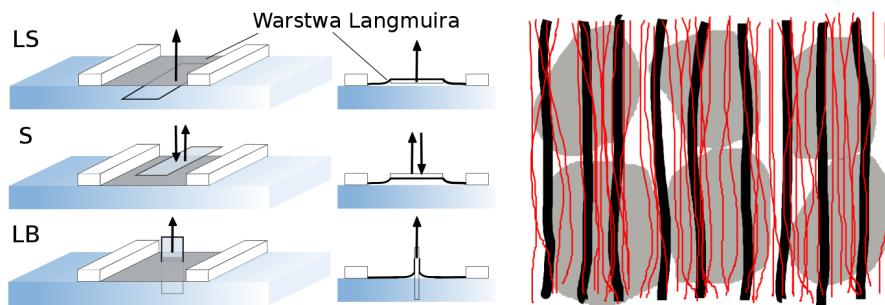


Opracowanie metod otrzymywania transparentnych elektrod na bazie nanorurek węglowych i grafenu technikami Langmuira

Co wspólnego mają iPhone, Kindle, monitory LCD czy ogniwa słoneczne? Wszystkie te urządzenia wykorzystują transparentne elektrody czyli materiał, który jednocześnie przepuszcza światło widzialne i przewodzi prąd. Ilość produkowanych urządzeń wykorzystujących transparentne elektrody stale rośnie, a najczęściej wykorzystywanym materiałem jest tlenek cyny indu (ITO), Technologia produkcji transparentnych elektrod na bazie ITO jest dobrze znana, ale posiada wady ograniczające zastosowanie w nowoczesnych urządzeniach. Największymi wadami tego materiału są jego kruchość oraz wysoka cena indu. Uniemożliwia budowę taniej elastycznej elektroniki. Alternatywnymi materiałami mogącymi zastąpić ITO są polimery przewodzące lub cienkie warstwy nanomateriałów węglowych. Opracowanie transparentnych i elastycznych elektrod na bazie nanomateriałów węglowych jest sprawą kluczową dla współczesnej optoelektroniki. W przeciwieństwie do indu cena nanomateriałów węglowych stale spada. Przemysłowej jakości CNT można kupić w cenie niższej niż 100 \$/kg, przemysłowej jakości grafen w cenie niższej niż 200 \$/kg w porównaniu do cen indu 500 \$/kg czy polimerów przewodzących wynoszącej 1000 \$/kg (źródła: Argus Media Inc, United Nanotech Innovations Pvt. Ltd, Sigma-Aldrich Sp. z o.o.). Ponadto zasoby indu na świecie są stosunkowo niewielkie. Zastosowanie nanomateriałów węglowych nie tylko obniży koszty produkcji elastycznych urządzeń optoelektronicznych, ale i obniży popyt na mocno eksploatowany ind.

Celem projektu jest przygotowanie i zbadanie elastycznych transparentnych elektrod wykonanych z dwóch rodzajów horyzontalnie uporządkowanych nanorurek węglowych (CNT) i płatków grafenu przygotowanych metodami Langmuira. W tym celu utworzona zostanie kompozytowa struktura przedstawiona na Rysunku 1. Nanorurki węglowe i grafen są materiałami o dużej przewodności elektrycznej, lecz w cienkich warstwach całkowity opór jest znacznie zwiększony przez punkty styku. Oczekuje się, że kompozytowe transparentne elektrody złożone z nanostruktur węglowych zmniejszą ogólną oporność przy jednoczesnym zachowaniu elastyczności i wysokiej transmitancji w zakresie UV-Vis. Pomimo, że kompozytowe elastyczne transparentne elektrody złożone z nanocząstek węgla mogą znaleźć interesujące zastosowania aplikacyjne, najpierw musi zostać wykonany szereg badań podstawowych pozwalający opisać granicę faz CNT/CNT i grafen/CNT oraz konieczne jest sprawdzenie potencjalnych właściwości strukturalnych, fizycznych i wytrzymałościowych otrzymanego materiału.



Rysunek 1. Schematy przenoszenia warstw Langmuira (z lewej); Schemat struktury elastycznej transparentnej elektrody (z prawej) złożonej z dwóch rodzajów horyzontalnie uporządkowanych nanorurek węglowych (CNT) i płatków grafenu

Technika Langmuira polega na wytworzeniu pojedynczej warstwy materiału na powierzchni wody. Uzyskuje się to przez wylanie roztworu materiału w lotnym rozpuszczalniku na powierzchnię wody. Po odparowaniu rozpuszczalnika oraz zapewnieniu odpowiednich warunków eksperymentu na powierzchni wody pozostaje jedynie bardzo rzadko upakowany materiał w postaci tak zwanego dwuwymiarowego gazu. Następnie materiał badany można mechanicznie sprężyć za pomocą precyzyjnie sterowanych barier doprowadzając do utworzenia gęsto upakowanej warstwy. Jeżeli proces ten wykona się w odpowiednich warunkach materiał pozostaje w formie dwuwymiarowej tworząc jednorodną ultracienką warstwę na powierzchni wody. Następnie można go przenieść na wybrane podłoże za pomocą metod które przedstawiono na Rysunku 1. Uporządkowanie nanorurek węglowych można uzyskać za pomocą wielokrotnego sprężania i rozprężania warstwy oraz przy użyciu pola elektrycznego. Nakładając kolejno na siebie w ten sposób przygotowaną warstwę grafenu, warstwę uporządkowanych nanorurek węglowych oraz warstwę uporządkowanych nanorurek węglowych o mniejszej średnicy otrzymana zostanie hybrydowa struktura przedstawiona na Rysunku 1.